

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 34 696 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 198 34 696.4
㉑ Anmeldetag: 31. 7. 1998
㉒ Offenlegungstag: 10. 2. 2000

㉓ Int. Cl. 7:
F 25 B 30/04
F 25 B 27/00

zu P. 16/100

2)

DE 198 34 696 A 1

㉔ Anmelder:
UFE SOLAR GmbH, 16225 Eberswalde, DE
㉕ Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

㉖ Erfinder:
Mittelbach, Walter, 79111 Freiburg, DE; Henning,
Hans-Martin, 79100 Freiburg, DE

㉗ Entgegenhaltungen:
DE 196 23 874 A1
US 44 75 361
DREES, Heinrich: Kühlanlagen, 15. Aufl., Berlin,
München, Verlag Technik GmbH, 1992, S. 98-101,
ISBN 3-341-00935-3;
JUNGNICKEL, Heinz, AGSTEN, Rainer,
KRAUS, Eberhard:
Grundlagen der Kältetechnik, 3. Aufl., Berlin,
Verlag Technik GmbH, 1990, S. 199-223,
ISBN 3-341-00806-3;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉘ Chemische Wärmepumpe, Sorptionsreaktor für eine chemische Wärmepumpe und Verfahren zur Wärmebedarfsdeckung und Klimatisierung von Gebäuden mittels einer chemischen Wärmepumpe

㉙ Die Erfindung betrifft eine chemische Wärmepumpe mit mindestens zwei intern verschalteten Sorptionsreaktoren, wobei die Sorptionsreaktoren je einen Adsorber sowie Verdampfer und Kondensator einschließlich Wärmetauscher und Ventilgruppen enthalten. Weiterhin wird der Adsorber eines ersten Reaktors durch zugeführtes Heizmedium mittels des Wärmetauschers regeneriert und hierbei frei werdende Kondensationswärme an einen Kühlkreislauf oder ein Kühlkreislaufmedium abgegeben. Der Adsorber eines zweiten Reaktors adsorbiert Wasser und führt Wärmeenergie dem Kühlkreislauf zu, der Verdampfer des zweiten Reaktors wird vom Verdampferkreis durchströmt und entzieht dem strömenden Medium Wärme. Anschließend wird nach abgeschlossener Adsorption die Wärmeenergie des ersten Reaktors auf den Wärmetauscher des zweiten Reaktors überführt, um eine Wärmerückgewinnung einzuleiten, so daß der Adsorber im zweiten Reaktor regeneriert wird, wodurch eine Adsorption des Adsorbers im ersten Reaktor resultiert.

DE 198 34 696 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft eine chemische Wärmepumpe, einen Sorptionsreaktor für eine chemische Wärmepumpe und ein Verfahren zur Wärmebedarfsdeckung und Klimatisierung von Gebäuden mittels chemischer Wärmepumpe.

Die erfindungsgemäße chemische Wärmepumpe greift auf Feststoffsorbentien zurück, wobei Funktionsgrundlage des Wärmepumpenprozesses eine reversible Reaktion zwischen Feststoff (Sorptionsmaterial) und Gas (Arbeitsfluid) ist. Generell wird zwischen der Anlagerung des Gases an der Oberfläche des Feststoffes (Adsorption) und Einlagerung des Gases innerhalb des Kristallgitters des Festkörpers durch den Aufbau von Komplexverbindungen (Absorption) unterschieden. Die Wärmepumpe umfaßt beide Sorptionsprozesse, wobei der Einfachheit halber nachstehend der Begriff "Adsorption" bzw. "Adsorber" für beide Sorptionsprozesse verwendet wird.

Durch Wärmezufuhr auf einem hohen Temperaturniveau (T_{de}) wird das Sorptionsmaterial desorbiert. Das freigesetzte Gas wird bei einem tieferen Temperaturniveau (T_{ka}) kondensiert und die Kondensationswärme wird abgeführt. Im Normalfall erfolgt die Rückreaktion durch Verdampfung des flüssigen Arbeitsfluids am niedrigsten Temperaturniveau des jeweiligen Zyklus (T_{va}) und anschließender Adsorption des Dampfes im Sorptionsmaterial. Die freiwerdende Reaktionswärme wird bei einem höheren Temperaturniveau wieder abgeführt (T_{ad}).

Die genannten Temperaturniveaus sind nicht unabhängig voneinander, sondern über an sich bekannte thermodynamische Gleichgewichte des Zweiphasen-Systems Sorptionsmittel-Dampf miteinander verbunden.

Es ist Aufgabe der Erfindung eine chemische Wärmepumpe, einen Sorptionsreaktor für eine solche Wärmepumpe sowie ein Verfahren zur Wärmebedarfsdeckung und Kühlung von Gebäuden mittels chemischer Wärmepumpe anzugeben, wobei der Wärmepumpenzyklus für die Wärmespeicherung und Kälteerzeugung in effektiver und kostengünstiger Weise, insbesondere zur Wärmeversorgung im Gebäudebereich, nutzbar gemacht werden soll.

Die Lösung der Aufgabe der Erfindung erfolgt mit den Gegenständen gemäß Definition der Patentansprüche 1 und/oder 2 sowie dem im Anspruch 3 beschriebenen Verfahren.

Erfindungsgemäß weist demnach die chemische Wärmepumpe mindestens zwei intern speziell verschaltete Sorptionsreaktoren auf, wobei diese einen zyklischen, alternierenden Adsorptions- und Absorptionsprozess realisieren.

Der Sorptionsbehälter für die Ausbildung der chemischen Wärmepumpe ist besonders kompakt und in einfacher Weise aufgebaut, so daß sich Wärmepumpen kleiner Abmessungen realisieren lassen, welche auch in kleineren Gebäuden wie Ein- oder Zweifamilienhäusern Anwendung finden können, da nur ein geringer Bauraum benötigt wird.

Mittels der erfindungsgemäßen Wärmepumpe können verschiedene Anwendungsmöglichkeiten zur Wärmeversorgung im Gebäudebereich vorteilhaft miteinander verknüpft und erschlossen werden. Im Gebäudebereich lassen sich die Wärmequellen Öl- und Gasheizung, Feststoffheizung, Fernwärme und Solarkollektoren, aber auch Niedertemperaturquellen wie Erdschichtwärmetauscher, Außenluftwärmetauscher, Konvektorfußboden und Wandheizung im Kühlfall und bei Nutzung des Heizungsrücklaufes zur Bereitstellung der Verdampfungswärme nützen.

Als Wärmesenke kann auf eine Heizungsanlage, d. h. die Konvektorfußboden- oder Wandheizung zurückgegriffen werden. Auch die Brauchwasseraufbereitung dient als Wärmesenke, wobei ebenso Niedertemperaturensenken, d. h. Erdschichtwärmetauscher oder Außenluftwärmetauscher, An-

wendung finden.

Der erfindungsgemäße Sorptionsreaktor für die Wärmepumpe der hier mindestens zweifach vorhanden ist, enthält jeweils die Komponenten Adsorber, Wärmeübertrager für Heiz- und/oder Brauchwasser, einen Wärmeübertrager im Phasenwandler, wobei der Phasenwandler weiterhin einen Kondensatbehälter umfaßt.

Der Verdampfer dient zum Verdampfen des Arbeitsfluides, vorteilhaft Wasser, aber auch Methanol oder anderer Fluide. Der Adsorber ist mit einem Sorptionsmaterial, vorteilhaft Silicagel, modifizierte Silicagele, Salzhydrate, eine Kombination von Salzhydraten mit porösen Matrixmaterialien oder anderen Adsorbentien gefüllt und weist einen innenliegenden Wärmeübertrager oder Wärmetauscher auf. Im Falle der Verwendung des Reaktors zur Brauchwassererwärmung enthält der Wärmetauscher oder Wärmeübertrager im Adsorber zwei getrennte Kreise für Heiz- und Brauchwasser.

Der Kondensator dient der Kondensation des Arbeitsfluides und der Kondensatbehälter zur Bevorratung des Kondensats. Ein vorgesehenes Ventil zur Steuerung des Dampftransportes ist zwischen Adsorber und Kondensator und Verdampfer angeordnet.

Für das Gewährleisten eines ausreichenden Dampftransportes ohne den Einsatz von Fremdenergie ist die Anordnung evakuiert und nach außen vakuumdicht verschlossen.

Das Sorptionsmaterial befindet sich in einer annähernd reinen Arbeitsfluidatmosphäre. Demnach befinden sich vorzugsweise alle Komponenten in einem Vakuumbehälter.

Konstruktiv bevorzugt kann Verdampfer und Kondensator durch einen Wärmeübertrager, welcher als Phasenwandler bezeichnet wird, gebildet werden, da die entsprechenden Prozesse alternierend und zyklisch ablaufen.

Die Wärmepumpe, enthaltend die Sorptionsreaktoren, kann zur Brauchwassererwärmung und zur Heizungsunterstützung Verwendung finden. Hierfür enthält der Wärmeübertrager, wie dargelegt, im Adsorber zwei getrennte Kreise. Je nach Wahl der Speicherkapazität kann der Schwerpunkt bei der Brauchwassererwärmung liegen oder aber auch bei der Heizungsunterstützung, vorzugsweise in Kombination mit einer an sich bekannten Solaranlage. Der sorptive Speicher ersetzt in diesem Fall einen konventionellen Pufferspeicher mit einer Speicherkapazität von typischerweise 50 kWh.

Eine externe Verschaltung im Sinne der Speicherladung (Desorption) kann so vorgenommen werden, daß die Wärmezufuhr im Adsorber über eine Heizquelle oder Solarkollektoren realisiert wird und die Wärmeabfuhr im Kondensator über die Heizungsanlage oder Niedertemperaturensenken erfolgt. Die Speicherentladung (Adsorption) wird so realisiert, in dem die Wärmezufuhr im Verdampfer über die Heizquelle, Solarkollektoren oder Niedertemperaturquellen erfolgt; die Wärmeabfuhr im Adsorber über die Brauchwasseraufbereitung oder -heizung vorgenommen wird.

Wie erwähnt führt die Verschaltung von zwei Sorptionsreaktoren bei alternierenden Ad- und Desorptionszyklen zu einer quasi kontinuierlichen chemischen Wärmepumpe.

Bei dieser chemischen Wärmepumpe wird Antriebswärme auf hohem Temperaturniveau (Heizquelle und/oder Solarkollektoren) genutzt, um Wärme von einem niedrigen Temperaturniveau auf ein mittleres anzuheben. Dies kann bei Heizbedarf dazu verwendet werden, den Energiegehalt der Heizquelle energetisch optimal zu nützen und einen höheren Nutzwärmeabgabegrad des eingesetzten Brennstoffes zu erreichen.

Bei Kühlbedarf kann die Antriebswärme, insbesondere bei Verwendung von Solarkollektoren als Wärmequelle, zur Kühlung und Klimatisierung verwendet werden. In diesem

Falle wird die Heizungsanlage, d. h. die dort vorhandenen Heizkörper oder Kollektoren, zur Kühlung verwendet. Die Speicherkapazität der Sorptionsreaktoren wird hierbei gezielt genutzt.

Auf der Basis des vorstehenden Grundgedankens besteht daher eine zusätzliche Option zur Raumklimatisierung innerhalb von Gebäuden im Sommer. Es kann eine ganzjährige Nutzung der Solarkollektorenergie zur Heizungsunterstützung im Winter, aber auch zur erwähnten Solarenkühlung im Sommer, erfolgen.

Letztendlich können zwei Sorptionsreaktoren, deren Adsorber einen zweiten Wärmetauscherkreis für das Brauchwasser enthalten, speziell verschaltet werden, so daß die Wärmepumpenfunktion mit der Brauchwasserbereitung kombiniert wird. Hierdurch ergibt sich ein spezielles Kompaktsystem, wobei ein externer Bereitschaftsspeicher für das Brauchwasser entfällt. Durch die Verwendung von zwei Modulen verringert sich die vom Modul für das Brauchwasser abzugebende Leistung.

Letztendlich liegt ein Grundgedanke der Erfindung darin, die Sorptionsreaktoren dezentral in Mehrfamilienhäuser einzusetzen: Dies gilt sowohl für die Brauchwassererwärmung als auch für die Wärmepumpenanwendung.

Aufgrund der geringen Baugröße lassen sich die Sorptionsreaktoren zur Brauchwassererwärmung im Etagenwohnungsbau dezentral, z. B. in der Küche oder im Bad, unterbringen. Hierdurch kann auf eine zentrale aufwendige Warmwasserbereitung verzichtet werden. Dies erspart die Installation des Warmwassernetzes sowie der Zirkulationsleitungen. Die Sorptionsreaktoren werden durch das Heizungsnetz be- und entladen. Die Nutzung des Heizungsnetzes als Puffer vereinfacht sich, je größer die Anzahl der Wohneinheiten ist. Bei einer zusätzlichen Nutzung von Solarkollektoren und Niedertemperaturquellen bzw. -Senken ist ein zweiter zentraler Flüssigkeitskreis unabhängig von der Heizung vorgesehen.

Für die Verwendung der dezentralen Sorptionsreaktoren als Wärmetransformator wird der zweite zentrale Flüssigkeitskreis unabhängig von der Heizung für die Niedertemperaturquelle erforderlich. Vorzugsweise wird dies mit einer dezentralen Brauchwassererwärmung kombiniert. Beide Reaktoren können sich getrennt in verschiedenen Wohneinheiten befinden. Die einzelnen Reaktoren des Gebäudes können entweder paarweise antizyklisch betrieben werden oder mit einer Zeitdifferenz, die der Gesamtdauer des jeweiligen Zyklus durch die Anzahl der Reaktoren entspricht. Eine Wärmerückgewinnung kann durch paarweise Verschaltung erfolgen, wobei alternativ nach Beendigung des Desorptionsprozesses die sensible Wärme an die Heizung der Wohneinheit abgeführt werden kann.

Ergänzend besteht die Möglichkeit der direkten Koppelung des Sorptionsreaktors als Brauchwasserspeicher und/oder als Wärmetransformator mit einem öl-, gas- oder feststoffgesteuerten Brenner in einem Kompaktgerät. Die Desorption erfolgt hier direkt durch die heißen Brennergase. Die Kondensationswärme kann durch die Zufuhr von Frischluft freigesetzt werden.

Die Erfindung soll nachstehend anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie unter Zuhilfenahme von Figuren näher erläutert werden.

Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung des grundlegenden Prozesses einer chemischen Wärmepumpe;

Fig. 2 den prinzipiellen Aufbau eines geschlossenen Sorptionsreaktors;

Fig. 3 eine beispielsweise Verschaltung des erfindungsgemäßen Reaktors für die Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung;

Fig. 4 bis 6 eine Verschaltung des Gesamtsystems und die Funktionsweise im Sommer- und Winterbetrieb;

Fig. 7 eine interne Verschaltung der beiden Sorptionsreaktoren;

Fig. 8 die Darstellung des Prozeßschrittes der Wärmerückgewinnung;

Fig. 9 die Darstellung des Prozeßschrittes nach abgeschlossener Wärmerückgewinnung und Adsorber-Regeneration sowie Fig. 10 und 11 prinzipielle Verschaltungsmöglichkeiten des Systems bei der Anordnung in einem Gebäude mit der Aufgabe dieses zu klimatisieren.

Der in der Fig. 1 prinzipiell dargestellte Prozeß einer chemischen Wärmepumpe stellt eine reversible Reaktion zwischen Feststoff und Gas dar, wobei die einzelnen Zyklen, d. h. Adsorption und Absorption, über die thermischen Gleichgewichte des bekannten Zweiphasensystems Sorptionsmittel-Dampf miteinander verknüpft sind.

Der Sorptionsreaktor nach Fig. 2 findet Anwendung in einer chemischen Wärmepumpe und enthält die Komponenten Adsorber, Wärmeübertrager im Adsorber sowie einen Phasenwandler mit Kondensatbehälter und einen Wärmeübertrager im Phasenwandler, welcher gleichzeitig als Verdampfer wirken kann. Phasenwandler und Adsorber sind durch einen steuerbares Ventil, welches der Regelung des Dampftransportes zwischen Adsorber und Kondensator bzw. dortigem Verdampfer dient, verbunden.

Für die Gewährleistung eines ausreichenden Dampftransportes ohne den Einsatz von Fremdenergie wird das System evakuiert und ist nach außen über einen entsprechenden Behälter vakuumdicht verschlossen.

Wie im Beispiel der Fig. 2 gezeigt, enthält der Wärmeübertrager oder Wärmetauscher im Adsorber zwei getrennte Kreise, so daß Heiz- und Frischwasser bzw. Brauchwasser getrennt zugeführt werden kann. Demnach läßt sich der Speicher sowohl zur Brauchwassererwärmung als auch gleichzeitig zur Heizungsunterstützung einsetzen.

Bei der Brauchwassererwärmung erfolgt die Ladung des Speichers durch die Heizquelle, wobei freiwerdende Kondensationswärme der Heizung zugeführt wird. Zudem kann nach Abschluß des Ladeprozesses die im Sorptionsmaterial gespeicherte sensible Wärme ebenfalls zur Heizung gelangen. Hierdurch werden die Standverluste des Speichers reduziert. Bei der Entladung des Speichers wird die Verdampfungswärme wieder der Heizung entnommen. Das Heizungssystem bzw. das Gebäude selbst fungiert als Puffer, dem bei der Speicherladung eine Energiemenge zugeführt wird, welche bei der Entladung wieder entnommen werden kann. Ist die thermische Trägheit des Gebäudes gering, um eine unerwünschte Auswirkung auf die Raumtemperatur zu verhindern, dies gilt insbesondere im Sommer, wenn kein Heizwärmebedarf besteht, werden Niedertemperaturwärmequellen bzw. -Senken genutzt.

Für die solare Brauchwassererwärmung erfolgt die Ladung des Speichers durch Solarkollektoren des Systems (siehe Fig. 3). Es kann allerdings auch eine Teilladung realisiert werden mit anschließender Fortführung der Desorption durch die Heizquelle. Bei ausreichender solarer Einstrahlung kann zudem die Solaranlage anstatt des Heizungssystems als Wärmequelle für die Verdampfung verwendet werden. Dies führt bei einer vorhergehenden Nutzung der Kondensationswärme für die Heizung zu einem energetischen Gewinn, durch die den Energiegehalt der Heizquelle. Bei geringerer Einstrahlung (Winter/Nacht) kann die Solaranlage auch als Wärmesenke verwendet werden und verringert somit die Anforderungen an das Puffervermögen des Heizungssystems bzw. des Gebäudes.

Ein Betrieb mit Erdwärmetauscher oder Außenluftwärmetauscher als externe Niedertemperaturquelle und -Senke

wird notwendig, wenn Heizungsnetz und Gebäude die bei Be- und Entladung des Speichers umgesetzten Verdampfungs- und Kondensationswärmen nicht abpuffern können. Zudem kann ein energetischer Gewinn erreicht werden, wenn bei der Ladung des Speichers die Kondensationswärme dem Heizungsnetz zugeführt wurde; bei der Entladung, die Verdampfungswärme aus der Niedertemperaturquelle.

Gemäß Ausführungsbeispiel besteht eine Möglichkeit des Betriebes der Wärmepumpe für eine solare Heizungsunterstützung und als Pufferspeicher.

Um auch geringere Temperaturen im Solarkreis nutzen zu können, wird das System vorzugsweise mit einer externen Niedertemperatursenke betrieben, da dies den Dampfdruck reduziert. Erreicht die Solaranlage höhere Temperaturen, kann die Kondensationswärme der Heizung zugeführt werden. Bei der Entladung wird die Verdampfungswärme ebenfalls der Niedertemperaturquelle oder der Solaranlage entnommen.

Bei Betrieb des Systems als Pufferspeicher für die Heizquelle, vorzugsweise in Kombination mit Solarunterstützung, kann eine wesentliche energetische Einsparung durch Nutzung der Kondensationswärme und Bereitstellung der Verdampfungswärme aus einer Niedertemperaturquelle erreicht werden.

Die Vorteile bei der Anwendung des Systems liegen in einem geringeren Speichervolumen aufgrund der höheren Energiedichten der Sorptionsmaterialien, so daß kleinere Kompaktgeräte realisierbar werden. Die Standverluste sind gering, da der größte Anteil der Wärme sorptiv gespeichert wird. Zusätzlich kann bei vorhandenem Heizbedarf die sensible Wärme nach der Ladung dem Heizungsnetz zugeführt werden.

Ein energetischer Gewinn durch den Wärmepumpeneffekt entsteht bei Nutzung der Kondensationswärme und Zufuhr der Verdampfungswärme aus einer externen Quelle, z. B. den Solarkollektoren oder einer Niedertemperaturquelle.

Verfahrensseitig besteht die Möglichkeit, die Solarenergie im Sommer zum Kühlen und im Winter zum Heizen zu nutzen, wobei hierfür die spezielle Wärmepumpe, bestehend aus zwei entsprechenden Sorptionsreaktoren benutzt wird. Vorzugsweise wird als Sorptionssystem ein System Feststoff-Wasser verwendet, wobei die Nutzung von Systemen des Typs SWS (selective water sorbent)-Wasser möglich ist.

Die Verschaltung des Gesamtsystems ist mit der Fig. 4 gezeigt. Der Sorptionswärmetransformator bzw. die Wärmepumpe SWT weist drei Temperaturniveaus auf, die den Wärmeströmen Antriebswärme, Rückkühlwärme und Verdampferwärme entsprechen. Neben dem SWT, kommen die Komponenten Solarkollektor, Hausheizungsanlage, Brenner und Luftwärmetauscher zum Einsatz.

Die Sommerbetriebsweise ist mit der Fig. 5 dargestellt. Hier liefern die Solarkollektoren Antriebswärme, wobei die Heizungsanlage Verdampferwärme bereitstellt, d. h. das Wasser des Heizungskreises wird dort abgekühlt und die gesamte Wärme wird an die Umgebung abgeführt. Der Brenner ist nicht aktiv. Es wird mit Solarenergie gekühlt, d. h. der Raumluft wird über die Heizkörper der Heizungsanlage Wärme entzogen.

Bezüglich des Winterbetriebes sei auf die Fig. 6 verwiesen. Hier liefert der Brenner Antriebswärme und die Solaranlage Verdampferwärme, d. h. Umgebungswärme oder Umweltwärme. Die Heizungsanlage wird wie üblich im Winterbetrieb genutzt, d. h. Wärme wird an die Raumluft abgegeben. Das System arbeitet hier als thermisch angetriebene Wärmepumpe, d. h. der Exergiegehalt des Brennstoffes wird besser ausgenutzt.

Die interne Verschaltung der beiden Reaktoren ist in der Fig. 7 dargestellt. Zunächst wird der rechte Adsorber 1 regeneriert, in dem das Heizmedium durch den Wärmetauscher 2 geführt wird. Der freigesetzte Dampf wird im rechten Verdampfer/Kondensator 3 kondensiert und die freiwerdende Kondensationswärme wird an das Medium des Kühlkreislaufes abgegeben.

Der linke Adsorber 4 adsorbiert Wasser; die freiwerdende Wärme wird über den integrierten Wärmetauscher 5 ebenfalls an das Kühlmedium abgeführt. Der darunter befindliche Verdampfer/Kondensator 6 arbeitet nun als Verdampfer, d. h. er wird vom Medium des Verdampferkreises durchströmt, dem Wärme für die Verdampfung entzogen wird.

Nach abgeschlossener Adsorption wird zunächst die im rechten Adsorber 1 enthaltene Wärme über den Wärmetauscher 2 und Wärmetauscher 5 an den linken Adsorber 4 abgegeben.

Dieser Prozeßschritt der Wärmerückgewinnung ist in der Fig. 8 gezeigt.

Nach abgeschlossener Wärmerückgewinnung wird der linke Adsorber 4 regeneriert, während im rechten Adsorber 1 adsorbiert wird. Dieser Prozeßschritt ist in der Fig. 9 offenbart.

Nach abgeschlossener Adsorption wird wieder auf Wärmerückgewinnung geschaltet, bevor der Zyklus oder Prozeß wie in Fig. 7 dargestellt, erneut beginnt.

Die Systemverschaltung ist komplex, da saisonal die Ventile der externen Komponenten umgeschaltet werden und in einem Arbeitszyklus die internen Ventile der Reaktoren. Die Fig. 10 und 11 zeigen Schemata der Verschaltung. Um die verschiedenen Verbindungen, d. h. Verschaltungen in kompakter Form zu realisieren, kommen spezielle multivariable Ventile und Ventilgruppen zum Einsatz.

Beim vorgestellten Wärmetransformationsprinzip wird also durch die Verschaltung von zwei Sorptionsreaktoren durch alternierende Ad- und Desorptionszyklen eine quasi kontinuierlich arbeitende chemische Wärmepumpe geschaffen.

Bei einer solchen chemischen Wärmepumpe wird Antriebswärme auf hohem Temperaturniveau genutzt, um Wärme von einem niedrigen Temperaturniveau auf ein mittleres anzuheben. Bei Kühlbedarf kann die Antriebswärme, insbesondere bei Verwendung von Solarkollektoren, als Wärmequelle zur Kühlung genutzt werden.

Patentansprüche

1. Chemische Wärmepumpe mit mindestens zwei intern verschalteten Sorptionsreaktoren, wobei die Sorptionsreaktoren je einen Adsorber sowie Verdampfer und Kondensator einschließlich Wärmetauscher und Ventilgruppen enthalten, wobei weiterhin der Adsorber eines ersten Reaktors durch zugeführtes Heizmedium mittels des Wärmetauschers regeneriert und hierbei frei werdende Kondensationswärme an einen Kühlkreislauf oder ein Kühlkreislaufmedium abgegeben wird; der Adsorber eines zweiten Reaktors Wasser adsorbiert und Wärmeenergie dem Kühlkreislauf zuführt, der Verdampfer des zweiten Reaktors vom Verdampferkreis durchströmt wird und dem strömenden Medium Wärme entzieht, anschließend nach abgeschlossener Adsorption die Wärmeenergie des ersten Reaktors auf den Wärmetauscher des zweiten Reaktors überführt wird, um eine Wärmerückgewinnung einzuleiten, so daß der Adsorber im zweiten Reaktor regeneriert wird, wodurch eine Adsorption des Adsorbers im ersten Reaktor resultiert

und wobei sich die genannten Zyklen durch Umschaltung der Ventilgruppen alternierend wiederholen.

2. Sorptionsreaktor für eine chemische Wärmepumpe, umfassend eine gekapselte, evakuierte Anordnung aus einem Absorber mit Sorptionsmaterial und mindestens einem innenliegenden Wärmetauscher, einem Phasenwandler mit Kondensatbehälter sowie einem im Phasenwandler vorgesehenen weiteren Wärmetauscher, wobei der Phasenwandler-Wärmetauscher entsprechend dem alternierend-zyklisch ablaufenden Prozeß als Verdampfer und Kondensator wirkt, wobei weiterhin die Gesamtanordnung vakuumdicht umhüllt ist und zwischen Adsorber und Phasenwandler ein Ventil zur Steuerung des Dampftransportes vorgesehen ist.

3. Verfahren zur Wärmebedarfsdeckung und Klimatisierung von Gebäuden mittels chemischer Wärmepumpe, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmepumpe drei Temperaturniveaus entsprechend den Wärmeströmen Antriebswärme, Rückkühlwärme und Verdampferwärme aufweist, wobei die Wärmepumpe mit Solarkollektoren, einer Heizungsanlage, einem Brenner und einem Luftwärmetauscher verschalten wird, so daß im Sommerbetrieb über die Solaranlage der Heizungsanlage mittels Verdampferwärme ein gekühltes Medium zugeführt wird, um der Raumluft Wärme zu entziehen und im Winterbetrieb der Brenner sowie die Solaranlage Wärmeenergie in üblicher Weise jedoch mit erhöhtem Gesamtwirkungsgrad auf die Heizungsanlage führt.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

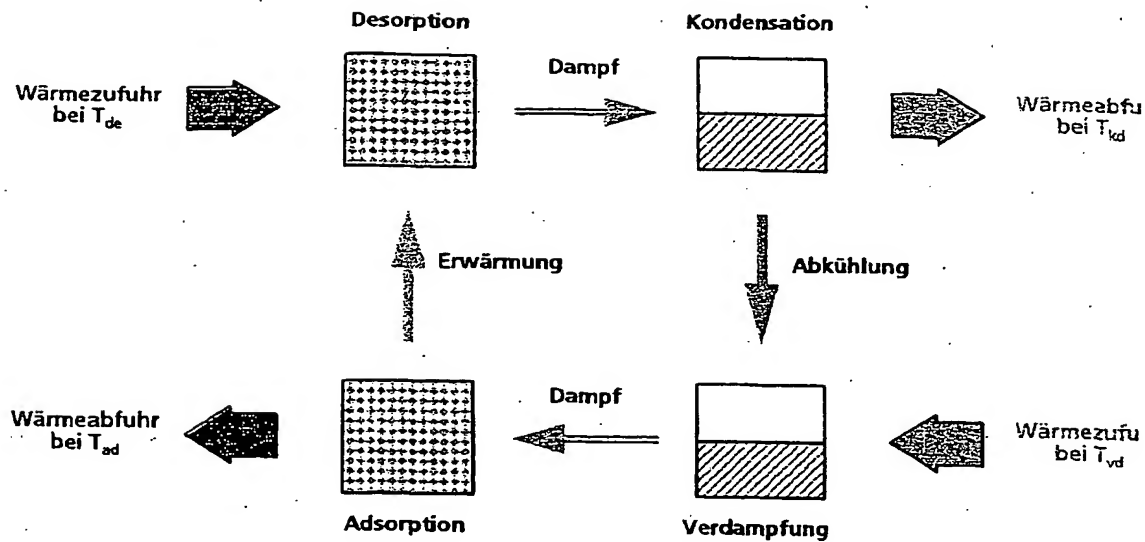


Fig. 1

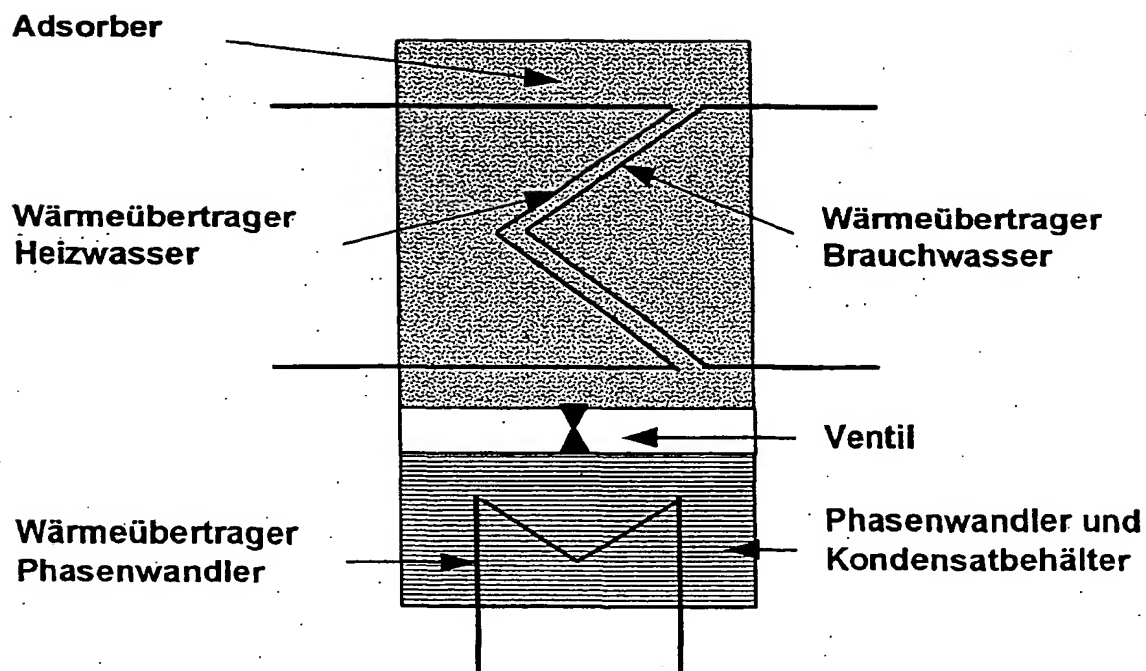


Fig. 2

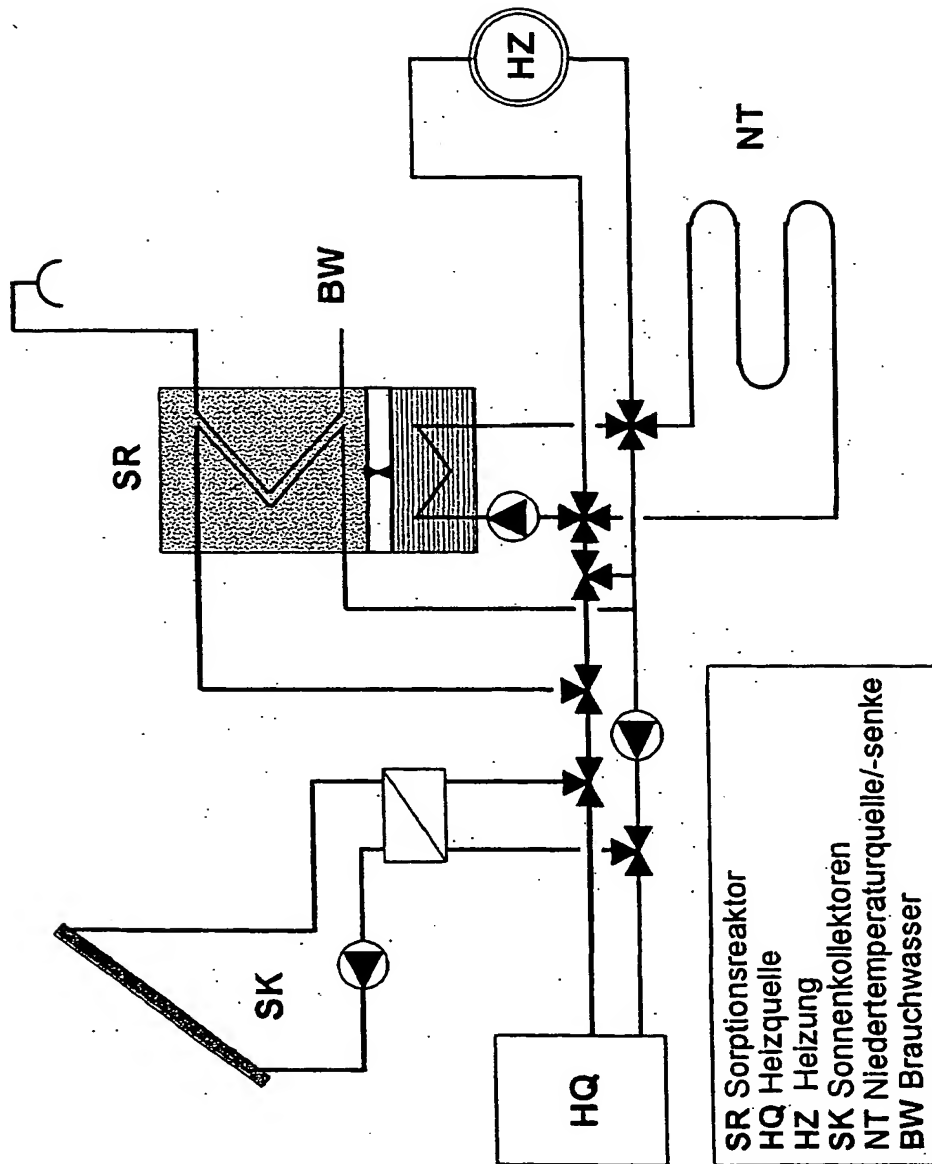


Fig. 3

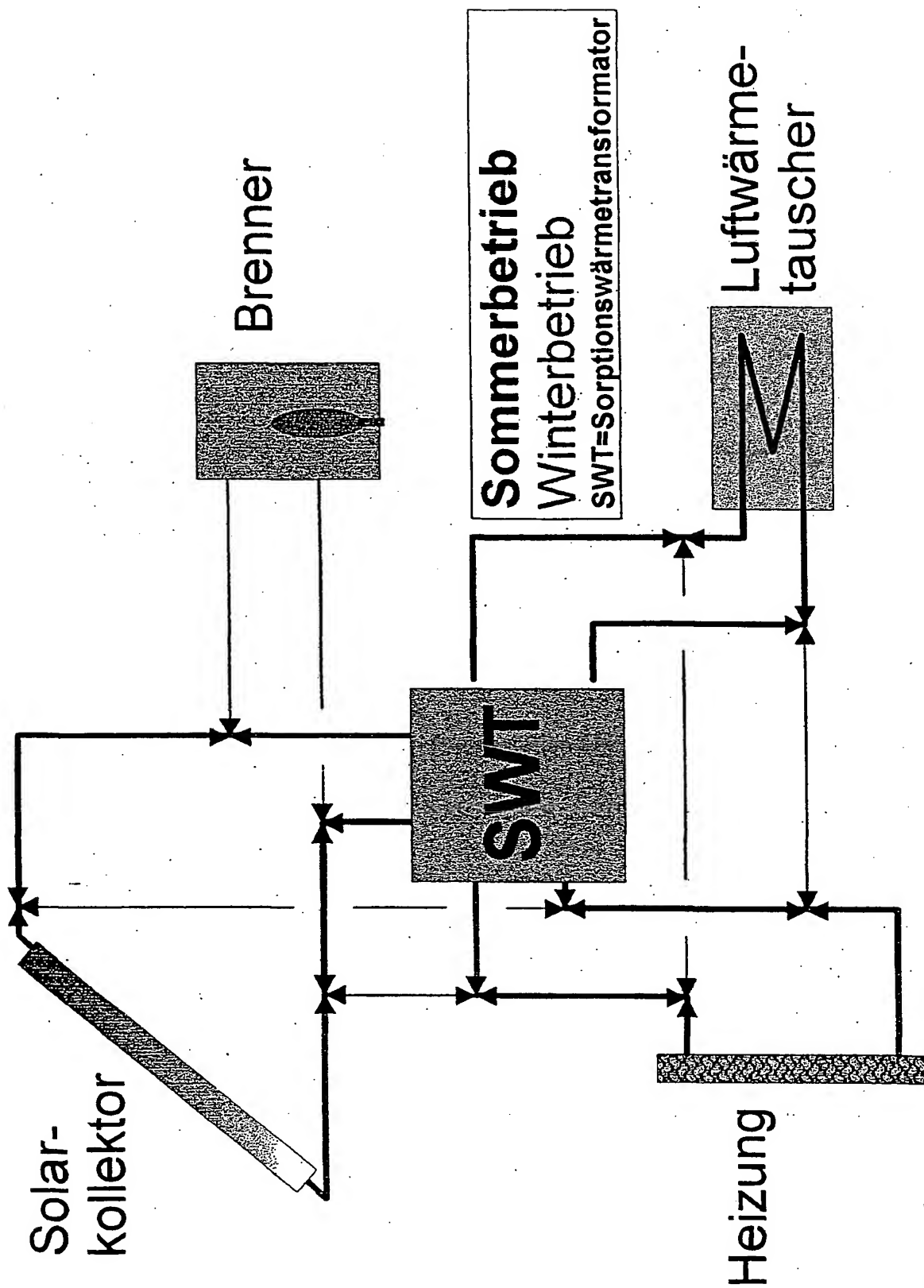


Fig. 4

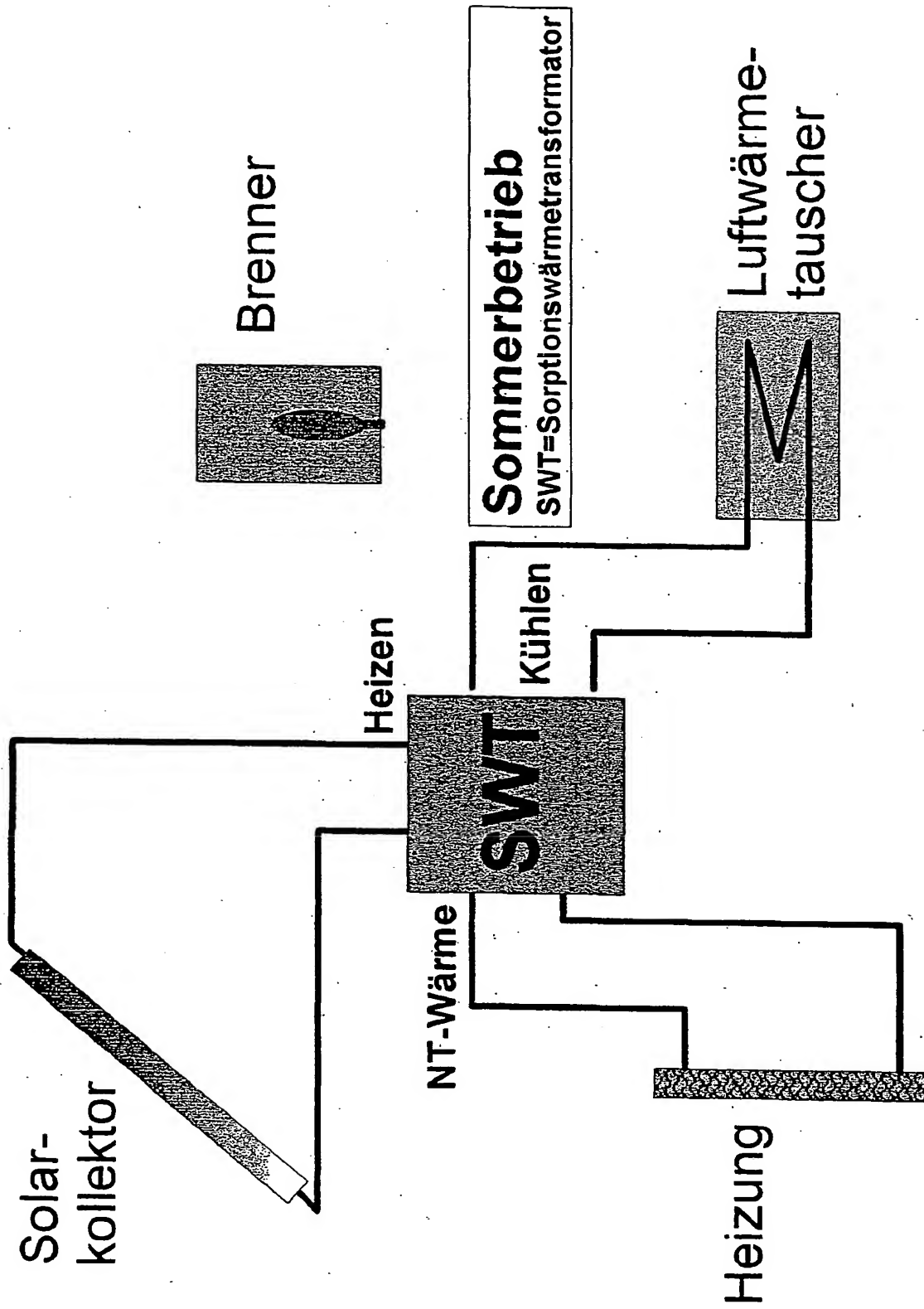


Fig. 5

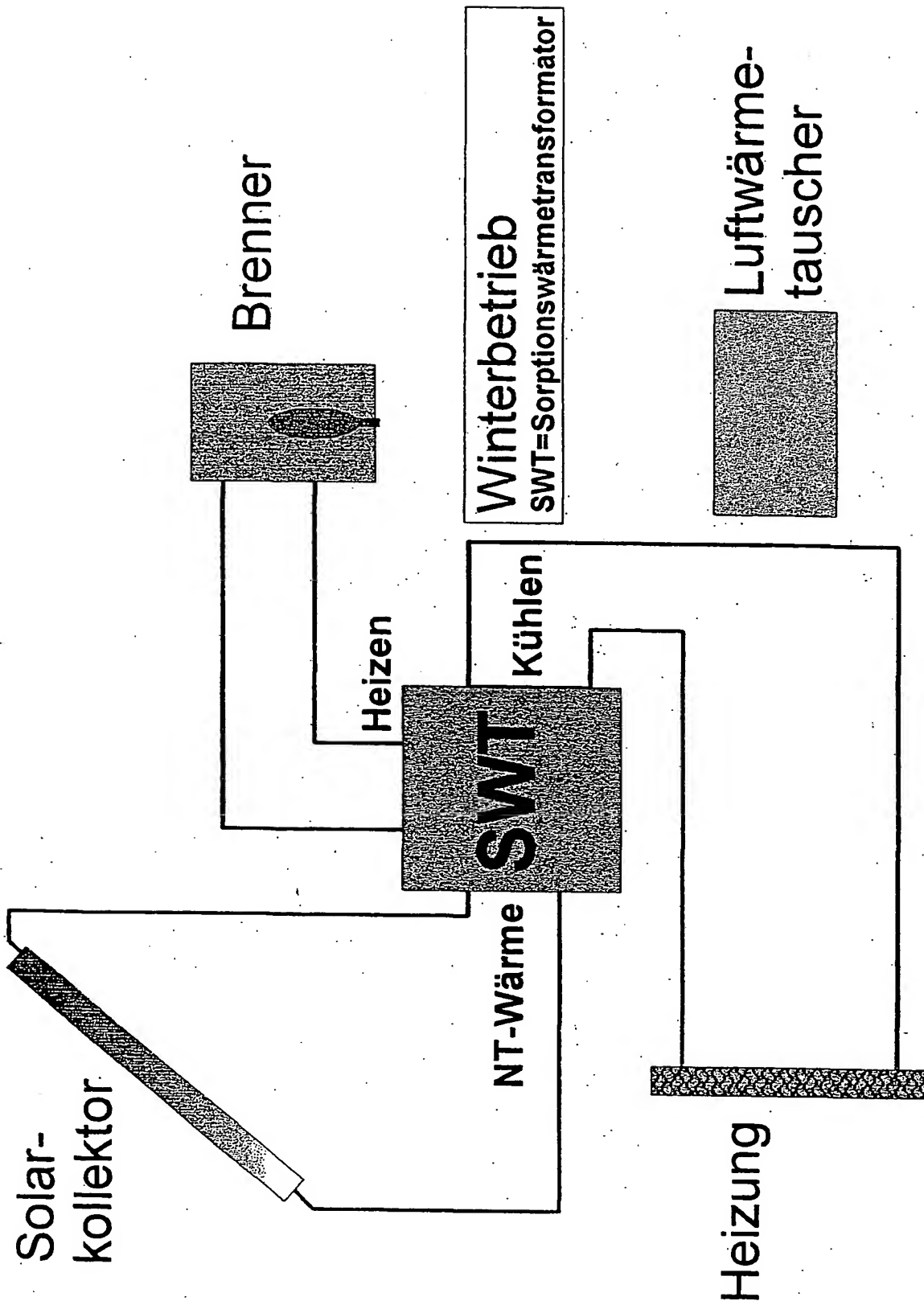


Fig. 6

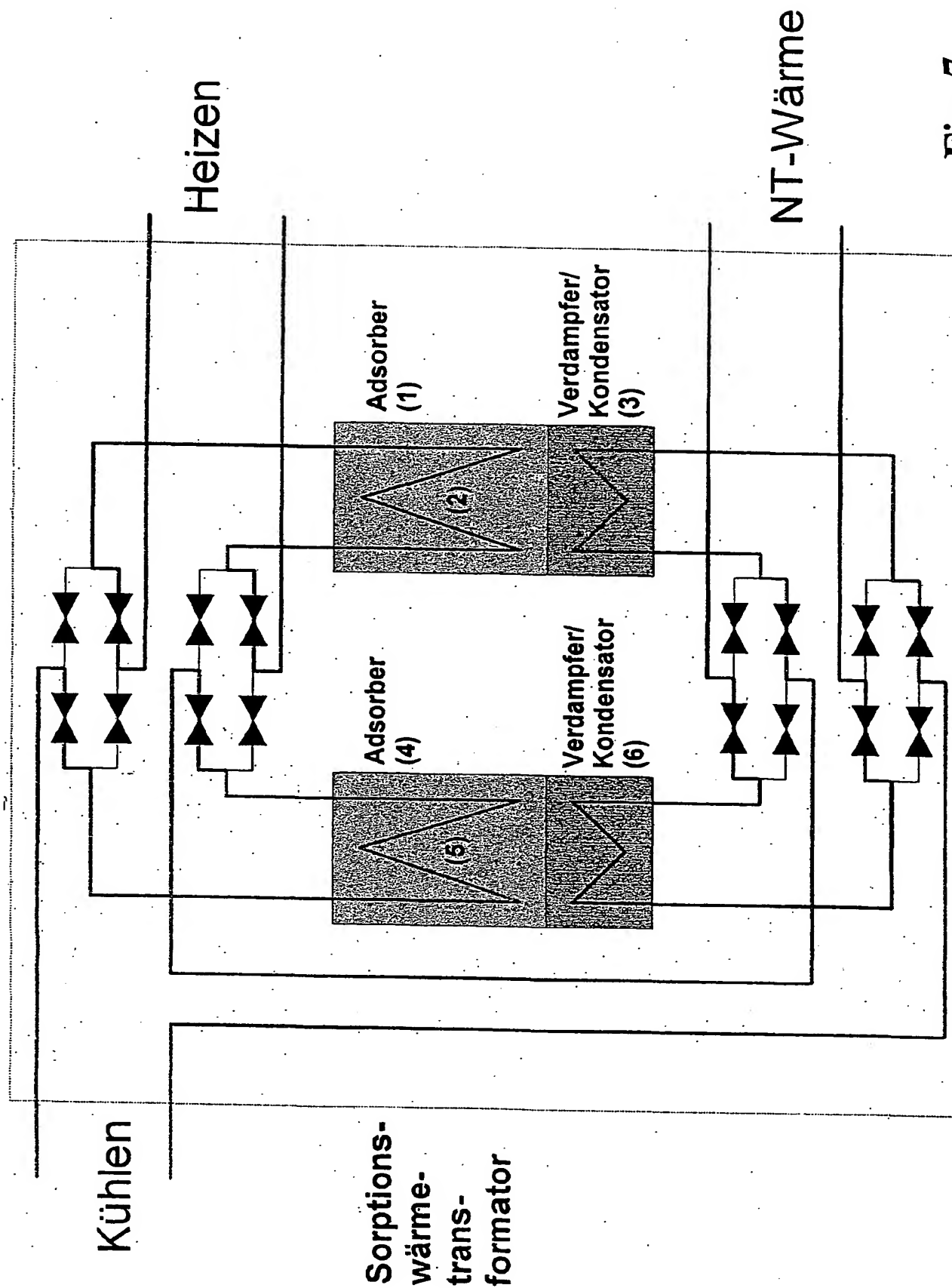


Fig. 7

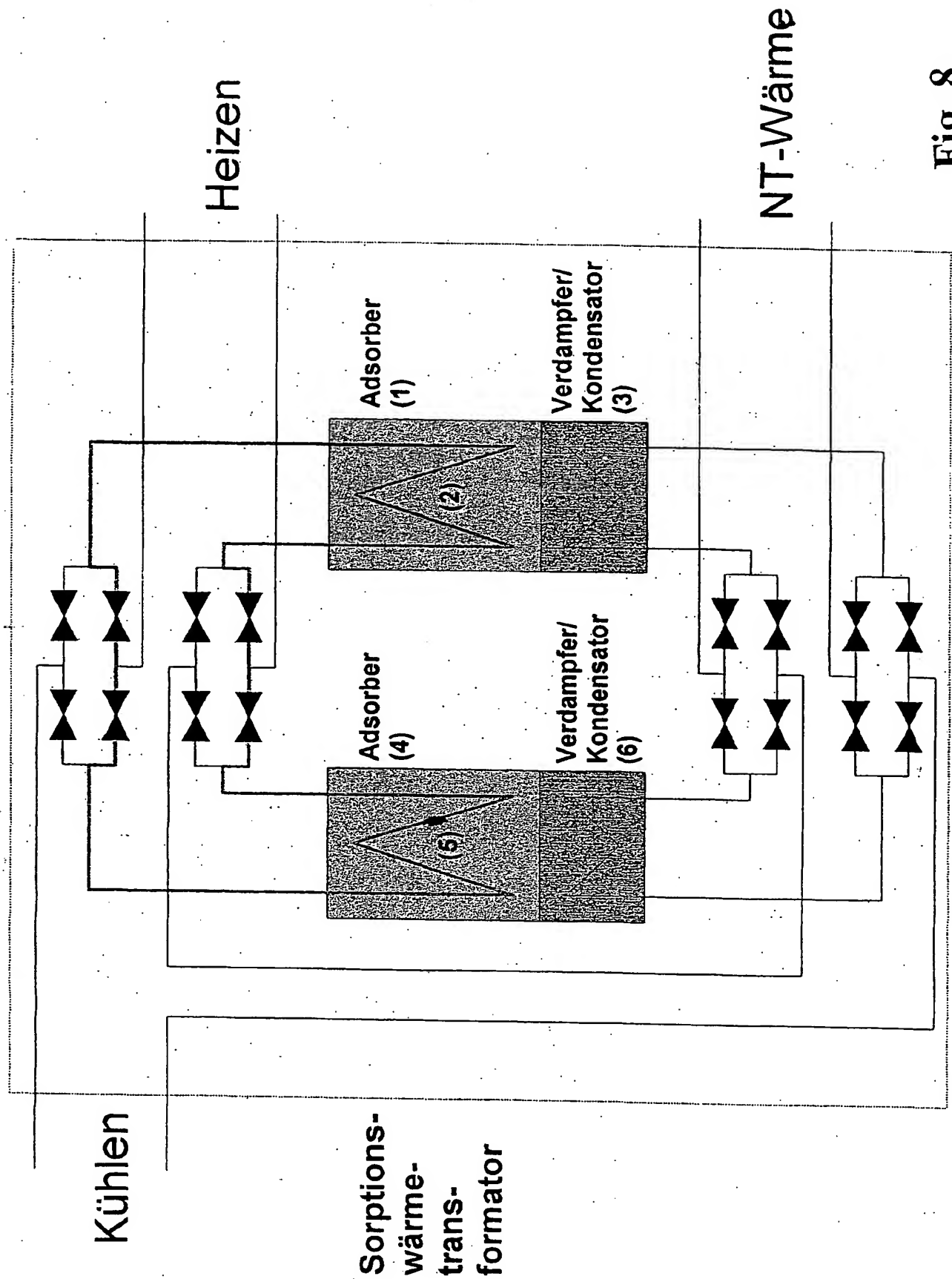


Fig. 8

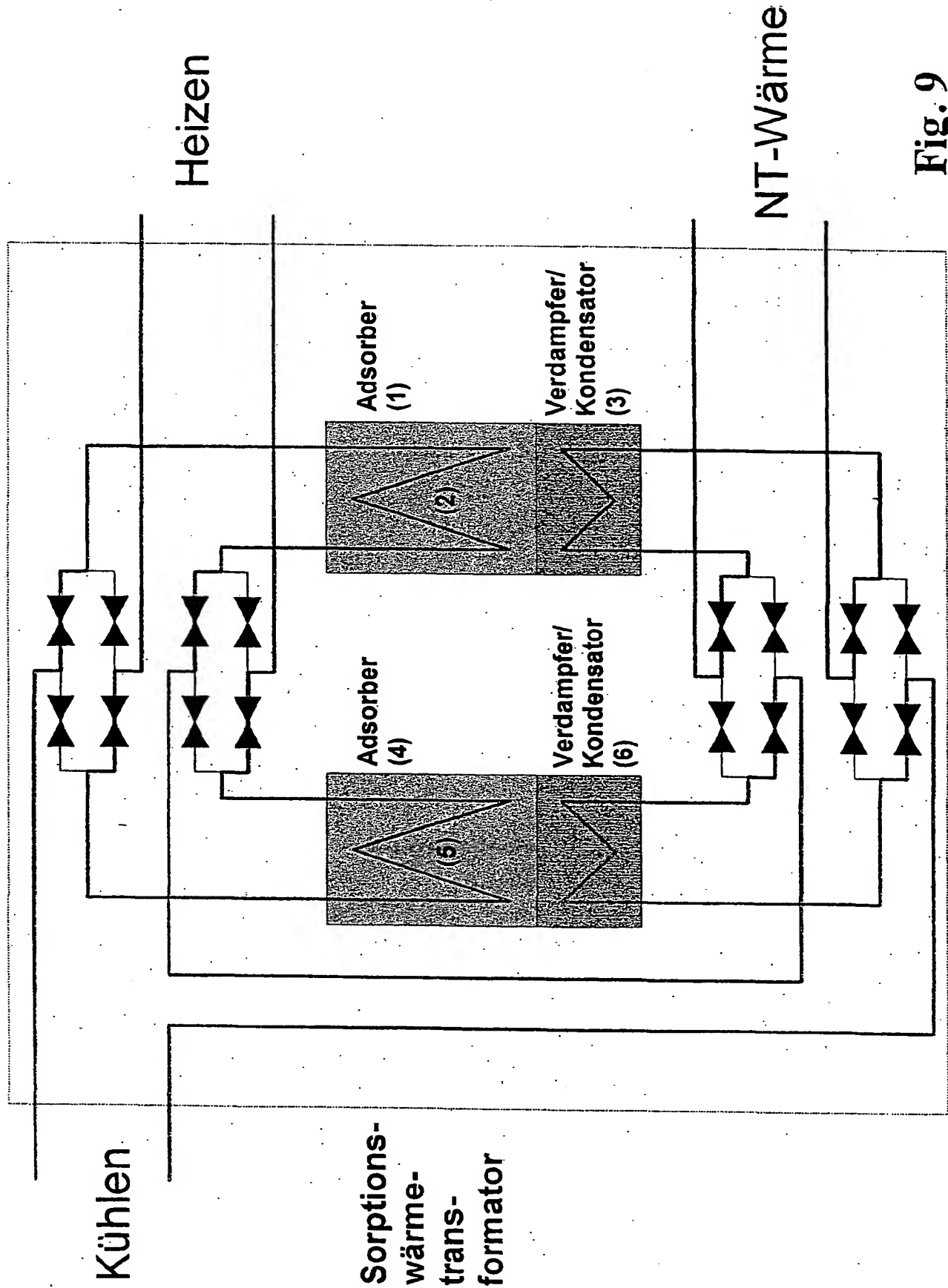
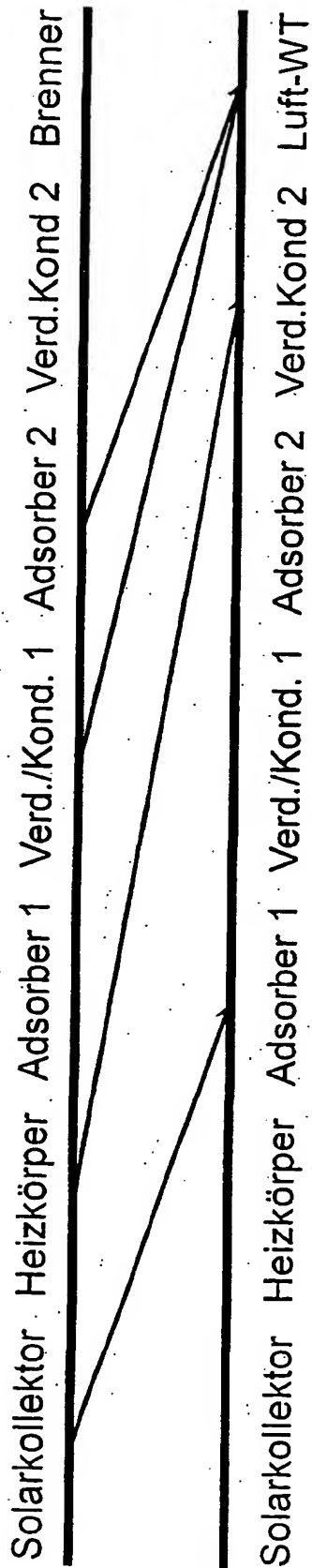


Fig. 9

Sommer - Antriebswärme auf Adsorber 1



Sommer - Antriebswärme auf Adsorber 2

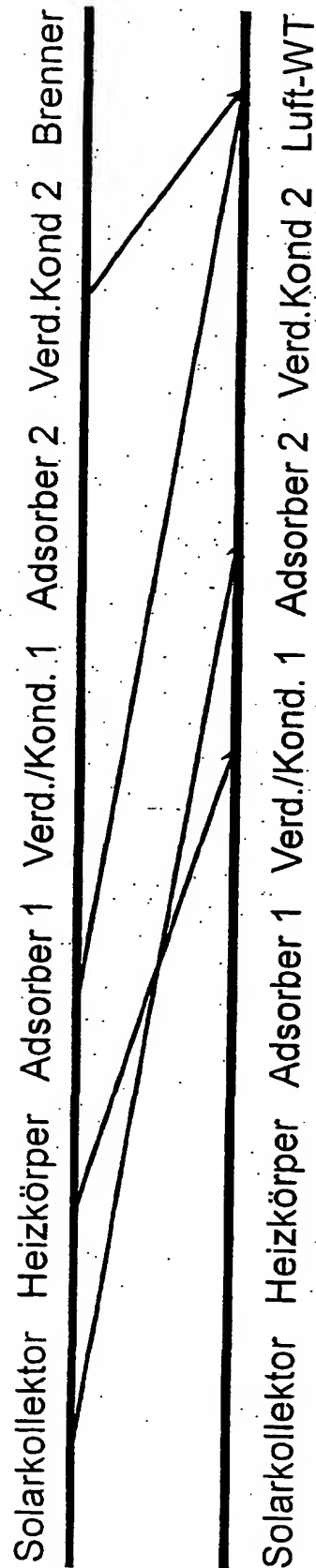
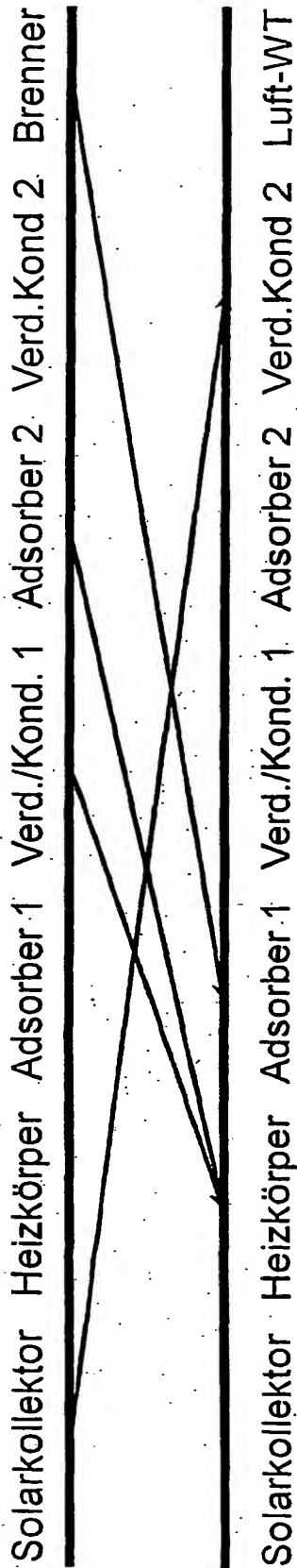


Fig. 10

Winter - Antriebswärme auf Adsorber 1



Winter - Antriebswärme auf Adsorber 2

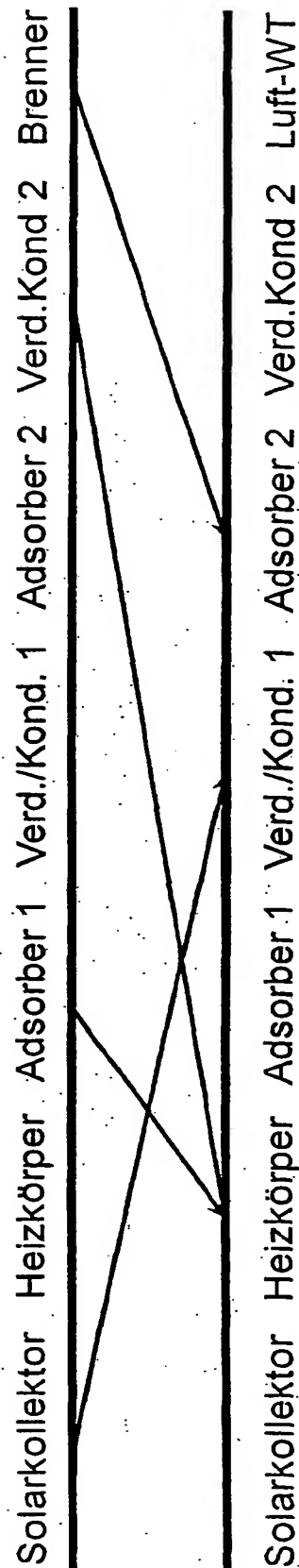


Fig. 11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)